

dinamometría – dynamometry

Authored by
memjavad

December 31, 2025

RECOMMENDED CITATION

memjavad (2025). *dinamometría – dynamometry*. Spanish Psychological Databases.
Retrieved from <https://spanish.arabpsychology.com/?p=7990>

Dinamometría

Campo(s) Disciplinario(s) Primario(s): Fisiología del Ejercicio, Biomecánica, Rehabilitación Física

1. Definición Central

La dinamometría constituye un **método de medición** fundamental en diversas disciplinas científicas y aplicadas, cuyo objetivo primordial es la cuantificación precisa de la **fuerza**, el **torque** (momento de fuerza) o la **potencia** producida por un sistema físico o biológico. Derivada del griego *dynamis* (fuerza) y *metron* (medida), esta técnica proporciona datos objetivos y reproducibles sobre la capacidad funcional de músculos, articulaciones o máquinas. En el ámbito de la salud y el deporte, la dinamometría se ha consolidado como la herramienta estándar de oro para evaluar la función neuromuscular, permitiendo a clínicos e investigadores determinar el estado de la fuerza máxima, la resistencia muscular, y las tasas de desarrollo de la fuerza. Esta medición no solo se limita a la fuerza isométrica (sin cambio de longitud muscular) sino que abarca también las modalidades dinámicas, como las contracciones concéntricas (acortamiento) y excéntricas (alargamiento), proporcionando un perfil muscular exhaustivo que es crucial para el diagnóstico y la planificación de intervenciones terapéuticas o programas de entrenamiento.

El principio operativo subyacente a la dinamometría reside en la conversión de una magnitud mecánica, como la fuerza aplicada, en una señal medible, generalmente eléctrica. Esto se logra a través de dispositivos conocidos como **dinamómetros**, que emplean diversos mecanismos, siendo el más común el uso de galgas extensométricas (*strain gauges*). Estas galgas son sensores que experimentan un cambio en su resistencia eléctrica cuando son sometidas a deformación física (tensión o compresión) inducida por la fuerza. La señal eléctrica resultante es rigurosamente proporcional a la fuerza aplicada y es procesada y calibrada para mostrar un valor numérico en unidades estándar (Newtons o kilogramos-fuerza). La precisión y la fiabilidad de la dinamometría dependen críticamente de una calibración rigurosa del equipo y de la estandarización de los protocolos de prueba, asegurando que las mediciones reflejen fielmente la capacidad física real del sujeto evaluado, minimizando el error debido a la variación intra e inter-examinador.

Dentro de la biomecánica, la dinamometría se diferencia de otras técnicas de medición de carga por su enfoque directo en la **salida de fuerza** generada por la interacción muscular o mecánica. Mientras que la electromiografía (EMG) mide la actividad eléctrica del músculo, y los análisis cinemáticos miden el movimiento (desplazamiento, velocidad y aceleración), la dinamometría proporciona la magnitud vectorial de la fuerza o el torque resultante. Esta información es vital para calcular variables como el trabajo realizado y la potencia mecánica, que son indicadores clave del rendimiento y la eficiencia. La capacidad de la dinamometría para aislar y cuantificar la

contribución de grupos musculares específicos, especialmente mediante el uso de equipos isocinéticos sofisticados, la convierte en una herramienta indispensable tanto en la investigación fundamental sobre el sistema musculoesquelético como en la práctica clínica diaria para la evaluación de déficits funcionales post-lesión o enfermedad, permitiendo una visión profunda de las capacidades motoras del individuo.

2. Etimología y Desarrollo Histórico

El concepto de medir la fuerza de manera sistemática tiene raíces que se extienden hasta el siglo XVIII. Aunque la física newtoniana ya había establecido las bases conceptuales para la fuerza y el movimiento, la necesidad de cuantificar la fuerza muscular humana de forma objetiva surgió con el desarrollo de la fisiología. El término **dinamómetro** fue popularizado a finales del siglo XVIII. Uno de los primeros dispositivos notables fue el dinamómetro de resorte, desarrollado por el inventor británico **John Smeaton** en 1782, aunque su aplicación inicial se centró más en medir la potencia de máquinas y motores que la fuerza biológica. No obstante, fue el dispositivo de tracción y agarre, o dinamómetro de mano, el que comenzó a ganar tracción en las evaluaciones médicas y antropométricas.

Un hito crucial en la historia de la dinamometría biológica fue la invención del **dinamómetro de agarre de Regnier** a principios del siglo XIX. Este dispositivo, que utilizaba un mecanismo de compresión basado en un resorte, permitió a los médicos y antropólogos realizar mediciones estandarizadas de la fuerza de la mano, un indicador correlacionado con la fuerza corporal general y el estado de salud. A lo largo del siglo XIX, la dinamometría se integró profundamente en los estudios de **antropometría** y la naciente fisiología, donde la fuerza muscular era vista como un marcador de vigor físico y capacidad funcional. Investigadores prominentes como **Adolphe Quetelet** utilizaron estos dispositivos para establecer normas de fuerza basadas en la edad y el sexo, sentando las bases para la comparación normativa que sigue siendo central en la evaluación clínica moderna y en la identificación de desviaciones significativas respecto a la población de referencia.

El verdadero avance tecnológico que catapultó la dinamometría a su estado actual se produjo en la segunda mitad del siglo XX con la introducción de la tecnología electrónica. La sustitución de los mecanismos puramente mecánicos (como los resortes) por **transductores de fuerza electrónicos**, particularmente las **galgas extensométricas**, revolucionó la precisión y versatilidad de la dinamometría. Esta innovación permitió no solo medir fuerzas estáticas sino también registrar fuerzas dinámicas con una alta resolución temporal y sensibilidad, abriendo el camino al desarrollo de los dinamómetros isocinéticos en la década de 1960. El dinamómetro isocinético, al mantener una velocidad angular constante durante el movimiento articular, permitió por primera vez la evaluación detallada de las relaciones fuerza-velocidad y torque-ángulo articular, transformando radicalmente la rehabilitación deportiva y la investigación biomecánica al

proporcionar una herramienta para aislar la función muscular sin la influencia de la aceleración o la inercia variable.

3. Tipos de Dinamómetros y Principios Físicos

La clasificación de los dinamómetros se realiza generalmente en función del tipo de contracción muscular que miden o de su mecanismo operativo. Los principales tipos son los dinamómetros isométricos, los dinámicos (isotónicos/auxotónicos) y los isocinéticos. Los **dinamómetros isométricos**, como los dinamómetros de agarre de mano o los dinamómetros de cable, miden la fuerza máxima que un músculo puede generar sin que haya un cambio detectable en su longitud o sin movimiento articular. Estos dispositivos son valorados por su simplicidad, portabilidad, bajo costo y la alta fiabilidad de sus mediciones de fuerza máxima estática, siendo ideales para evaluaciones rápidas y en el campo. Su principio de medición se basa típicamente en la deformación de un sensor de carga (celda de carga) que traduce la tensión en una señal eléctrica.

Los **dinamómetros dinámicos** miden la fuerza durante el movimiento, donde la longitud del músculo cambia. Dentro de esta categoría, las mediciones a través de máquinas de resistencia constante o variable son comunes. El principio físico clave en estos dispositivos es la medición de la fuerza o carga externa que el sujeto es capaz de mover a través de un rango de movimiento predefinido. Las **plataformas de fuerza** (o plataformas dinamométricas), que miden las fuerzas de reacción del suelo (GRF), representan una forma avanzada de dinamometría dinámica, siendo esenciales en el análisis de la marcha, la postura y el equilibrio. Estas plataformas utilizan múltiples celdas de carga piezoeléctricas o extensométricas dispuestas estratégicamente para medir las tres componentes vectoriales de la fuerza: vertical, anteroposterior y mediolateral, proporcionando una imagen completa de la interacción del cuerpo con el entorno de soporte.

El tipo más sofisticado y de mayor utilidad clínica y de investigación es el **dinamómetro isocinético**. Este sistema se basa en un mecanismo servocontrolado que asegura que la velocidad angular de la articulación evaluada se mantenga rigurosamente constante (iso-cinético), independientemente de la fuerza aplicada por el sujeto. La fuerza (o torque) medida es el resultado directo de la capacidad muscular para resistir o producir fuerza a esa velocidad preestablecida. El principio de funcionamiento implica un transductor de fuerza conectado al eje de rotación y un sistema de retroalimentación que ajusta la resistencia hidráulica o electromagnética en tiempo real. Los datos generados son excepcionalmente detallados, proporcionando curvas de torque-ángulo y torque-velocidad que son fundamentales para identificar **desequilibrios musculares** específicos entre lados o entre grupos musculares agonistas y antagonistas, lo que es vital para la prevención de lesiones y la optimización del rendimiento atlético.

4. Aplicaciones Clínicas y Deportivas

En el ámbito clínico, la dinamometría es una herramienta diagnóstica y pronóstica indispensable. Se utiliza rutinariamente en la **rehabilitación física** y la fisioterapia para establecer una línea de base objetiva de la fuerza muscular antes de cualquier intervención, monitorizar el progreso del paciente durante el tratamiento y determinar rigurosamente cuándo un paciente ha alcanzado los criterios funcionales requeridos para el alta o el retorno seguro a la actividad deportiva o laboral. Por ejemplo, en pacientes que se recuperan de una reparación del ligamento cruzado anterior ([LCA](#)), la dinamometría isocinética es crucial para evaluar los déficits de fuerza del cuádriceps y los isquiotibiales y asegurar que se han recuperado los ratios de fuerza adecuados antes de permitir el regreso al deporte de contacto, minimizando así el riesgo de re-lesión.

En la medicina laboral y la evaluación de la discapacidad, la dinamometría proporciona una medida objetiva y reproducible de la capacidad funcional de un individuo para realizar tareas específicas que requieren fuerza. Los **dinamómetros de agarre de mano** son universalmente aceptados como indicadores de la fuerza general y se utilizan en evaluaciones de la aptitud física, la determinación de la fragilidad en poblaciones geriátricas, y la detección de neuropatías periféricas. La evidencia científica ha demostrado que la disminución de la fuerza de agarre es un predictor significativo de morbilidad, pérdida de independencia y mortalidad en adultos mayores, haciendo de esta medición un biomarcador de salud general. Además, en la valoración de la ergonomía, la medición de las fuerzas de empuje, tracción y elevación mediante dinamometría ayuda a diseñar entornos de trabajo más seguros y a establecer límites de carga aceptables para prevenir lesiones musculoesqueléticas relacionadas con el trabajo.

En el deporte de alto rendimiento, la dinamometría es fundamental para optimizar el entrenamiento y la prevención de lesiones. Los entrenadores utilizan la dinamometría para identificar **desequilibrios musculares** sutiles que podrían predisponer a un atleta a una lesión específica (por ejemplo, una debilidad excesiva en los isquiotibiales en relación con los cuádriceps en velocistas). La medición periódica del pico de torque y la potencia permite una individualización extrema de las cargas de entrenamiento y una evaluación objetiva de la eficacia de los programas de fuerza y acondicionamiento. Los dinamómetros portátiles de mano (HHD) o dinamómetros de cable, a pesar de ser generalmente menos precisos que los isocinéticos, ofrecen la ventaja crucial de la portabilidad y la rapidez para realizar pruebas de campo con grandes grupos de atletas, permitiendo un monitoreo continuo y no invasivo del estado de fatiga y la recuperación neuromuscular a lo largo de una temporada competitiva.

5. Metodología de Evaluación y Estandarización

La validez y fiabilidad de los resultados dinamométricos dependen intrínsecamente de la estandarización metodológica, que debe ser rigurosa. Un protocolo de prueba exhaustivo debe

abordar varios factores críticos, incluyendo el posicionamiento exacto del sujeto, la estabilización de segmentos corporales adyacentes, el rango de movimiento (ROM) utilizado, y la consistencia de las instrucciones verbales. La **estabilización adecuada** es absolutamente esencial, especialmente en la dinamometría isométrica e isocinética, para asegurar que la fuerza medida provenga exclusivamente del grupo muscular objetivo y no sea contaminada por movimientos compensatorios de la cadera, el tronco o las extremidades adyacentes. La estabilización se logra típicamente mediante correas, arneses o soportes fijos al dinamómetro.

Las instrucciones verbales y las motivaciones son otro componente crítico que afecta la **fuerza máxima voluntaria** (FMV) registrada. Dado que la medición busca el esfuerzo máximo, el sujeto debe ser instruido de forma clara y concisa para realizar un esfuerzo máximo y sostenido. La consistencia en las señales verbales de ánimo ("¡Empuje más fuerte!") y la demostración visual de la técnica son vitales para reducir la variabilidad y asegurar que la medición refleje la verdadera capacidad máxima del individuo, minimizando el riesgo de un rendimiento submáximo por falta de esfuerzo o comprensión. Generalmente, se realizan múltiples repeticiones (típicamente 3 a 5) y se registra el valor más alto o el promedio de las repeticiones válidas, descartando aquellas que demuestren un esfuerzo submáximo o una técnica incorrecta.

La selección del modo de contracción (isométrico, concéntrico, excéntrico) y la velocidad de prueba (en el caso de la dinamometría isocinética) también deben ser estandarizadas en función del objetivo clínico o de investigación. Las pruebas isométricas se utilizan para medir la fuerza máxima en un ángulo articular específico, mientras que las pruebas isocinéticas pueden realizarse a velocidades angulares lentas (60°/s) para medir la fuerza máxima, o a velocidades rápidas (hasta 300°/s) para evaluar la potencia y la función muscular relacionada con el deporte. La interpretación de los resultados siempre debe hacerse comparando los valores obtenidos con datos normativos específicos para la edad, el sexo y el nivel de actividad, o mediante la comparación bilateral (el lado lesionado versus el lado no lesionado), siendo un déficit de fuerza superior al 10-15% generalmente considerado como un umbral clínicamente significativo que requiere intervención.

6. Ventajas y Limitaciones

La principal ventaja de la dinamometría, especialmente la isocinética y la electrónica basada en galgas extensométricas, es su **objetividad incuestionable** y la **cuantificación precisa** de la fuerza. A diferencia de las pruebas manuales de fuerza muscular (MMT), que son inherentemente subjetivas, ordinales y dependen de la fuerza del examinador, la dinamometría proporciona datos métricos continuos y de alta resolución que permiten mediciones absolutas en Newtons o Nm. Esta objetividad permite una monitorización detallada del progreso del paciente a lo largo del tiempo, facilitando la toma de decisiones basada en evidencia y la comunicación clara de los resultados a otros profesionales de la salud. Además, los sistemas avanzados permiten el

almacenamiento y el análisis informático de grandes volúmenes de datos, lo que es esencial para la investigación epidemiológica y biomecánica a gran escala.

Sin embargo, la dinamometría presenta varias limitaciones que deben ser consideradas. La principal es el **costo inicial** y la **complejidad operativa** de los equipos más sofisticados, como los dinamómetros isocinéticos, que requieren una inversión significativa y personal altamente capacitado para su operación, calibración y mantenimiento. Además, aunque los dinamómetros miden el torque o la fuerza externa, estos valores son solo una medida indirecta de la tensión muscular interna. Factores no mecánicos como la coactivación muscular antagonista, la fatiga del sistema nervioso central, el dolor y la motivación del sujeto pueden influir significativamente en la fuerza máxima voluntaria registrada, haciendo que el resultado no siempre refleje la capacidad fisiológica máxima del músculo en un estado ideal.

Otra limitación importante, especialmente en los dinamómetros portátiles de mano (HHD), es la necesidad de que el examinador sea capaz de contrarrestar y estabilizar la fuerza generada por el sujeto. Si la fuerza del sujeto excede la capacidad de estabilización o la fuerza isométrica del examinador, la medición puede subestimar la fuerza real del paciente. Finalmente, la dinamometría se enfoca principalmente en la medición de la fuerza máxima o submáxima en condiciones altamente controladas y no funcionales, lo que a veces puede carecer de **validez ecológica**. Es decir, aunque un sujeto pueda mostrar una fuerza excelente en el laboratorio, esta medición puede no reflejar completamente su capacidad para realizar movimientos funcionales complejos, explosivos y dinámicos necesarios en la vida diaria o en el campo deportivo, lo que subraya la necesidad de complementar la dinamometría con pruebas funcionales específicas.

7. Lecturas Adicionales

[Dinamómetro \(Wikipedia en español\)](#)

[Evaluación de la Fuerza Muscular Mediante Dinamometría Isocinética \(Artículo académico sobre metodología\)](#)

[Handgrip Strength: A Biomarker of Mortality and Morbidity \(Estudio de referencia sobre dinamometría de agarre y salud\)](#)